

1/4

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 718 599

(21) N° d'enregistrement national :

94 04045

(51) Int Cl⁶ : H 05 G 1/02, 1/32

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 06.04.94.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 13.10.95 Bulletin 95/41.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : Société anonyme dite: GE MEDICAL SYSTEMS (S.A.) — FR.

(72) Inventeur(s) : Jedlitschka Hans — Cabinet Ballot-Schmit et Delacroix Vincent — Cabinet Ballot-Schmit.

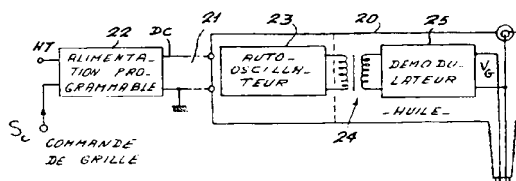
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Cabinet Ballot-Schmit.

(54) Dispositif de commande de grille d'un tube à rayons X.

(57) L'invention concerne un dispositif de commande de grille d'un tube à rayons X, caractérisé en ce qu'il est logé dans un boîtier placé sur ou dans la gaine de protection du tube à côté de la cathode, en ce qu'il est monté électriquement en série avec la tension de la cathode et relié par un câble basse tension (21) à des moyens d'alimentation programmable (22) référencés à la masse et placés près du générateur haute tension, et en ce qu'il délivre une tension de sortie flottante référencée par rapport à la tension de cathode.

Elle s'applique particulièrement aux appareils de radiologie.



FR 2 718 599 - A1

FP00-0037-00EP-HP
02.12.03
SEARCH REPORT



.1
DISPOSITIF DE COMMANDE DE GRILLE
D'UN TUBE A RAYONS X

L'invention concerne un dispositif de commande de grille d'un tube à rayons X tout particulièrement utilisé dans les appareils de radiologie, notamment destinés aux examens cardio-vasculaires tels que le CINE-CARDIAC.

5 Lors de ce type d'examen, on souhaite visualiser d'une part en temps réel les battements du coeur, ce qui implique de réaliser 24 images par seconde, et d'autre part au ralenti l'enregistrement vidéo de l'intervention chirurgicale, sans défilement saccadé des images, ce qui

10 impose d'augmenter considérablement la fréquence d'enregistrement des poses à environ 150 Hz.

Actuellement, un appareil de radiologie avec tube à grille, dont un schéma est représenté sur la figure 1, comprend un tube 1 à rayons X à grille placé dans une

15 gaine de protection 2 et alimenté en haute tension. Le tube à rayons X comprend essentiellement une cathode 3 et une anode 4 enfermées dans une enceinte de verre 5 sous vide. La cathode est réalisée par un émetteur thermoélectronique, tel qu'un filament de Tungstène,

20 logé dans une pièce métallique de concentration 6, et qui émet un faisceau d'électrons lorsqu'il est chauffé, focalisé sur l'anode.

L'anode 4 est généralement constituée par un disque massif de graphite recouvert d'une couche de matériau à

25 numéro atomique élevé émettant des rayons X lorsqu'elle est bombardée par un faisceau d'électrons. L'anode est portée à un fort potentiel positif - plusieurs dizaines de kiloVolts pouvant atteindre cent quarante kiloVolts - par rapport à la cathode et le champ électrique créé

30 ainsi entre les deux électrodes accélère les électrons

émis par la cathode et frappant l'anode sur une petite surface ou zone d'impact dudit faisceau électronique sur l'anode, qui constitue le foyer d'émission du rayonnement X.

5 L'énergie dépensée à produire le faisceau d'électrons est transformée en rayons X d'une part mais surtout en chaleur. C'est pourquoi les tubes à rayons X sont disposés à l'intérieur d'une gaine isolante dans laquelle circule un fluide de refroidissement,
10 généralement de l'huile isolante électriquement. Cette gaine est opaque aux rayons X, sauf à l'endroit d'une fenêtre à travers laquelle passe le faisceau de rayons X, destiné à traverser le patient à examiner. Ce faisceau est ensuite converti en photons au moyen d'une
15 plaque fluorescente pour obtenir une radiographie ou une pose.

Les hautes tensions qui doivent être appliquées aux électrodes sont fournies par un dispositif d'alimentation dit haute tension, tel que celui décrit
20 dans la demande de brevet 89 01357 déposée au nom de la demanderesse. Un tel dispositif d'alimentation comprend un générateur haute tension 7, comportant notamment un transformateur de chauffage délivrant un courant passant dans l'émetteur thermoémissif de la cathode et qui est
25 relié par un premier câble haute tension 8 à l'anode qu'il alimente en +75 kiloVolts et par un second câble haute tension 9 à la cathode qu'il alimente en -75 kiloVolts. Ce câble haute tension 9 est tout d'abord constitué de trois conducteurs entre le générateur 7 et
30 un bloc haute tension 10 de commande de grille, puis est constitué de cinq conducteurs entre ce dernier bloc et la cathode.

L'obtention d'un minimum de 24 poses par seconde pour réaliser des prises de vue cinématographiques du

fonctionnement cardiaque, se fait par commutation de l'émission des rayons X. Cette commutation est réalisée non pas par la commande du générateur haute tension 7, mais par la commande d'au moins une grille placée entre la cathode et l'anode du tube. Lorsque cette grille est portée à un potentiel suffisamment négatif par rapport à celui de la cathode, elle bloque le passage des électrons vers l'anode et lorsque son potentiel redevient identique à celui de la cathode, elle laisse passer l'émission des électrons.

Le bloc de commande de grille 10 comprend au moins un transformateur d'isolation 11 et des composants électroniques de commutation 12 assurant la commande de la grille 6 du tube à rayons X. Généralement, ce bloc de commande 10 est placé près du générateur haute tension 7, de sorte que les câbles qui les relient à la gaine du tube ont une longueur variant de 20 à 30 mètres. De plus, le câble reliant le bloc de commande 10 à la gaine du tube est constitué de plusieurs conducteurs - 4 ou 5 par exemple -, afin de conduire le potentiel négatif de la cathode, d'alimenter les filaments du tube, appelés petit et grand foyers P_f et G_f , et de commander une ou deux grilles G_1 , G_2 . Un tel câble peut d'ailleurs être remplacé par deux câbles à trois conducteurs chacun.

Un des inconvénients d'un tel dispositif d'alimentation d'un tube à rayons X vient des capacités intrinsèques des câbles, de l'ordre typiquement de 200 picoFarads par mètre, empêchant la transmission rapide des signaux de commande de grille. Or, dans l'application aux examens cardio-vasculaires, il est absolument nécessaire de bloquer l'émission du tube à rayons X à 10% du courant anodique, en 50 microsecondes environ. Pour bloquer l'émission du tube, il faut appliquer à la grille une

- tension négative comprise entre -3000 Volts et -4000 Volts ce qui, étant donnée la capacité du câble (quelques nanoFarads) qu'il faut charger en moins de 50 μ sec, oblige à fournir une puissance considérable, de
- 5 l'ordre de 200 Watts crête. Une telle puissance entraîne la réalisation d'un bloc de commutation volumineux, un convertisseur de puissance et un transformateur d'isolement dont les dimensions sont proportionnelles à la puissance à fournir.
- 10 La présente invention a pour but de résoudre ces problèmes en proposant un dispositif de commande de grille d'un tube à rayons X placé directement sur ou dans la gaine du tube, ce qui permet d'appliquer la tension de blocage ou de polarisation directement à la
- 15 grille sans l'intermédiaire de câbles. Pour cela, l'objet de l'invention est un dispositif de commande de la grille d'un tube à rayons X placée entre la cathode et l'anode, ledit tube étant protégé par une gaine et alimenté par un générateur haute tension,
- 20 caractérisé en ce qu'il est logé dans un boîtier placé sur la gaine de protection du tube à rayons X, du côté de la cathode et en ce qu'il délivre une tension de sortie flottante référencée par rapport à la tension de la cathode du tube à rayons X.
- 25 Selon une autre caractéristique, le dispositif de commande est logé dans un boîtier placé dans un logement prévu à l'intérieur de la gaine de protection du tube à rayons X.
- 30 Selon une autre caractéristique, le dispositif de commande selon l'invention est relié par un câble basse tension blindé à des moyens d'alimentation programmable référencés à la masse, reliés et placés près du générateur haute tension, recevant la commande de grille et délivrant une tension continue, et il comporte des

moyens générant des signaux de commande de la grille, situés près de la cathode du tube et reliés aux moyens d'alimentation par un câble basse tension blindé, constitués par un auto-oscillateur référencé à la masse et délivrant en sortie une porteuse à fréquence élevée, relié au primaire d'un transformateur d'isolation dont le secondaire est relié à un démodulateur référencé à la tension de la cathode et délivrant une tension de polarisation de la grille proportionnelle à la tension d'alimentation.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'un exemple particulier de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints dans lesquels, outre la figure 1 déjà décrite et qui est un schéma général d'un ensemble radiogène selon l'art antérieur:

- la figure 2 est un schéma électrique de principe d'un dispositif de commande de grille selon l'invention;
- la figure 3 est une vue en perspective d'un boîtier de logement du dispositif de commande selon l'invention à placer sur la gaine du tube;
- la figure 4 est une vue en coupe longitudinale d'un ensemble radiogène comportant à l'intérieur un dispositif de commande selon l'invention;
- la figure 5 est une vue en éclaté d'un boîtier de logement du dispositif de commande selon l'invention.

Les éléments portant les mêmes références dans les différentes figures remplissent les mêmes fonctions en vue des mêmes résultats.

Selon le schéma électrique de la figure 2, le dispositif de commande de grille 20 d'un tube à rayons X est relié par un câble basse tension 21 unique à des moyens d'alimentation programmable 22 connectés au générateur

haute tension et référencés par rapport à la masse. Cette alimentation programmable reçoit un signal de commande S_C et délivre une basse tension continue pouvant passer de 0% à 100% pour un blocage total de l'émission du tube ou bien varier entre deux valeurs déterminées pour polariser la grille du tube dans le but d'obtenir une variation de la géométrie du faisceau électronique. Le dispositif de commande 20 comporte des moyens électroniques de commande, constitués tout d'abord par un auto-oscillateur 23, sinusoïdal ou rectangulaire, référencé par rapport à la masse et qui génère une porteuse à une fréquence relativement élevée, comprise entre 200 et 300 kiloHertz. La fréquence de la porteuse est très élevée afin que cette dernière ne suive pas la modulation de la tension d'alimentation. Cet auto-oscillateur 23 est relié à un transformateur d'isolation 24, délivrant aux bornes de l'enroulement secondaire une amplitude suffisante pour obtenir, après passage dans un démodulateur 25, la tension de polarisation V_G de la grille. Cette tension flottante référencée par rapport à la tension de cathode du tube à rayons X peut atteindre 3500 Volts par exemple pour bloquer l'émission du tube à rayons X. Le transformateur et le démodulateur qui sont référencés par rapport à la tension de cathode, baignent dans de l'huile d'isolation électrique. Deux modes de réalisation de ce dispositif de commande, qui est monté électriquement en série avec la tension d'alimentation de la cathode du tube à rayons X, peuvent se présenter : ou bien le dispositif de commande est logé sur la gaine du tube ou bien à l'intérieur même d'un logement prévu dans la gaine. La figure 3 est une vue en perspective d'un boîtier 30 de logement du dispositif de commande selon l'invention, disposé sur la gaine 31 d'un tube à rayons X, vers la cathode. Ce boîtier 30 est doté d'un réceptacle haute

tension 32 destiné à recevoir le connecteur 33 du
câble 37 haute tension à trois conducteurs
d'alimentation de la cathode, en provenance du
générateur haute tension de l'ensemble radiogène, d'une
5 entrée 34 pour un câble basse tension 35 destiné à
amener la basse tension d'alimentation du dispositif de
commande et d'un connecteur mâle 36 haute tension,
enfichable dans la gaine 31 du tube à rayons X pour y
amener la tension de cathode, la tension de chauffage et
10 la tension de polarisation de la ou des grilles.
La figure 4 est une vue en coupe longitudinale d'un
ensemble radiogène composé d'une gaine 40 métallique
renfermant un tube 41 à rayons X. Cette gaine est
blindée et plombée, et comporte une cavité 42
15 spécialement réalisée pour qu'y soit disposé, proche de
la cathode 43, un boîtier 44 logeant le dispositif de
commande de grille selon l'invention. Ce boîtier, de
forme cylindrique par exemple, doit également être
blindé et plombé pour protéger le dispositif contre les
20 rayons X, et doit être conçu comme une cage de Faraday
pour protéger les composants électriques contre
d'éventuelles décharges du tube, notamment lors de son
amorçage. Comme précédemment, le boîtier du dispositif
de commande comporte un réceptacle 45 du connecteur
25 haute tension 46 d'arrivée de la tension de cathode par
un câble standard à trois conducteurs, un câble basse
tension 47 d'arrivée du signal d'alimentation
programmable et un connecteur de sortie 48 haute tension
miniaturisé destiné à être relié à un connecteur
30 d'entrée 49 à cinq conducteurs situé au fond de la
cavité 42.

La figure 5 est une vue en éclaté dudit boîtier 30,
placé sur la gaine d'un tube à rayons X. Il est
constitué de deux parties, l'une A servant de logement à

l'auto-oscillateur référencé par rapport à la masse et l'autre B remplie d'huile d'isolation servant de logement aux moyens électroniques référencés par rapport à la tension de la cathode du tube à rayons X. Pour
5 cela, le boîtier est réalisé principalement à partir d'un bloc 60 de polymère, du polypropylène par exemple, constituant la partie B et comportant des cavités de logement des différents éléments électriques baignant dans une huile d'isolation. L'intérêt du polypropylène
10 est qu'il est un excellent isolant et que son coefficient diélectrique est proche de celui de l'huile. Ce bloc 60 peut être constitué par exemple de deux coquilles moulées 61 et 62, comme le montre la figure 5. Ce boîtier 30 comporte une enveloppe extérieure
15 métallique 63, pouvant comporter un couvercle 64 et dans laquelle sont placées les coquilles de polymère et les circuits électroniques, cette enveloppe étant reliée à la masse électrique et présentant des propriétés élastiques pour compenser la dilatation de l'huile
20 d'isolation en cas de variation de la température. Le bloc de polypropylène constituant l'intérieur de la boîte comporte au moins une cavité 65 pour loger au moins un transformateur 66 permettant une commande en tout ou rien et au moins une polarisation de la grille
25 du tube et au moins une cavité 67 pour au moins un démodulateur. On peut prévoir une vessie 70 remplie d'air logée dans une cavité du bloc et s'écrasant sous l'effet de la dilatation de l'huile. Le boîtier de commande 30 comporte également une cavité 68 référencée
30 à la masse électrique, pour loger l'auto-oscillateur commandé et alimenté en basse tension. Le connecteur de sortie haute tension 36 est fixé à l'enveloppe métallique 63 et le connecteur d'entrée 33 de la haute tension de la cathode peut être enfiché dans le

réceptacle haute tension 32. L'auto-oscillateur est logé dans la partie A réalisée à côté du bloc de polymère 60, dans l'enveloppe métallique 63.

5 Selon l'invention, les moyens de commande de la grille sont logés dans le boîtier situé près de la cathode et reliés à l'alimentation basse tension par un simple câble. Ainsi les signaux rapides pour commander la grille ne transitent pas par le câble haute tension, de longueur voisine de 30 mètres, qui relie le générateur
10 haute tension au tube à rayons X, et seule la capacité intrinsèque, de 25 pF environ, de la grille se charge. Pour commander ladite grille par un signal rapide, la puissance crête sur la charge capacitive est diminuée par le rapport de la capacité du câble sur la capacité
15 de la grille, soit

$$\frac{5.10^{-9}}{25.10^{-12}} = 200$$

20 Le dispositif de commande de grille d'un tube à rayons X selon l'invention présente d'importants avantages, notamment d'être relié directement à ladite grille sans l'intermédiaire de câbles électriques, coûteux et présentant une capacité intrinsèque parasite et de nécessiter une puissance beaucoup plus faible que celle
25 utilisée dans les ensembles radiogènes actuels, de l'ordre de 200 fois, ce qui permet d'utiliser des composants électroniques de taille et de coût réduits.

REVENDECATIONS

1. Dispositif de commande de grille d'un tube à rayons X, comportant au moins une grille placée entre la cathode et l'anode, ledit tube étant protégé par une gaine et alimenté par un générateur haute tension, caractérisé en ce qu'il est logé dans un boîtier (30) placé sur la gaine de protection (31) du tube à rayons X, du côté de la cathode et en ce qu'il délivre une tension de sortie flottante référencée par rapport à la tension de la cathode du tube à rayons X.
2. Dispositif de commande de grille d'un tube à rayons X, comportant au moins une grille placée entre la cathode et l'anode, ledit tube étant protégé par une gaine et alimenté par un générateur haute tension, caractérisé en ce qu'il est logé dans un boîtier (44) placé dans une cavité (42) prévue à l'intérieur de la gaine de protection (40) du tube à rayons X et en ce qu'il délivre une tension de sortie flottante référencée par rapport à la tension de la cathode du tube à rayons X.
3. Dispositif de commande selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il est monté électriquement en série avec la tension d'alimentation de la cathode du tube à rayons X.
4. Dispositif de commande selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il est relié par un câble basse tension (21) blindé à des moyens d'alimentation programmable (22) référencés à la masse, reliés et

placés près du générateur haute tension (7), recevant la commande de grille et délivrant une tension continue, et en ce qu'il comporte des moyens générant des signaux de commande de grille, situés près de la cathode du tube et
5 reliés aux moyens d'alimentation par ledit câble basse tension blindé (21), constitués par un auto-oscillateur (23) référencé à la masse et délivrant en sortie une porteuse à fréquence élevée, relié au primaire d'un transformateur (24) d'isolation dont le secondaire est
10 relié à un démodulateur (25) référencé à la tension de la cathode et délivrant une tension de polarisation (V_G) de la grille proportionnelle à la tension d'alimentation.

15 5. Dispositif de commande selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'auto-oscillateur (23) délivre un signal sinusoïdal à fréquence élevée.

20 6. Dispositif de commande selon les revendications 1 et 5, caractérisé en ce que les moyens de commande sont logés dans le boîtier (30), placé sur la gaine de protection (31) du tube à rayons X, du côté de la cathode et qui comporte un connecteur mâle (36) de sortie haute tension, enfichable dans la gaine (31) et
25 un réceptacle d'entrée haute tension (32) destiné à recevoir le câble haute tension (37) d'alimentation de la cathode, en provenance du générateur (7) haute tension du tube à rayons X, et une entrée (34) pour le câble basse tension (35) destiné à amener la tension
30 continue d'alimentation commandée.

7. Dispositif de commande selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit boîtier (30) est constitué de deux parties, l'une (A) servant de logement à

l'auto-oscillateur référencé par rapport à la masse et l'autre (B) remplie d'huile d'isolation servant de logement aux moyens électroniques référencés par rapport à la tension de la cathode du tube à rayons X.

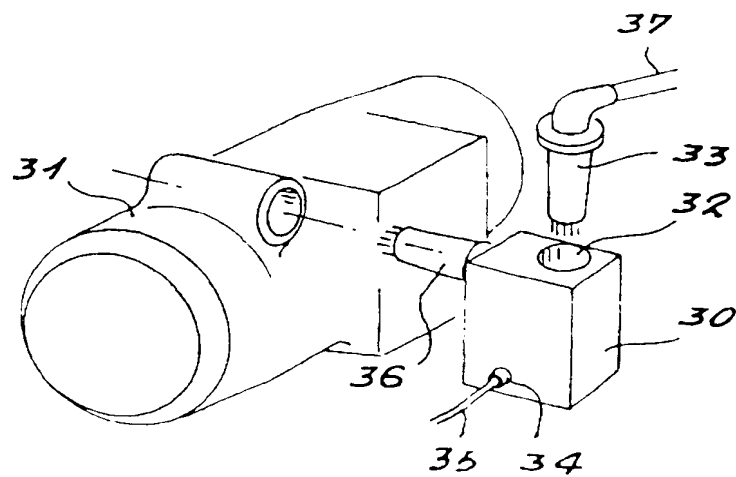
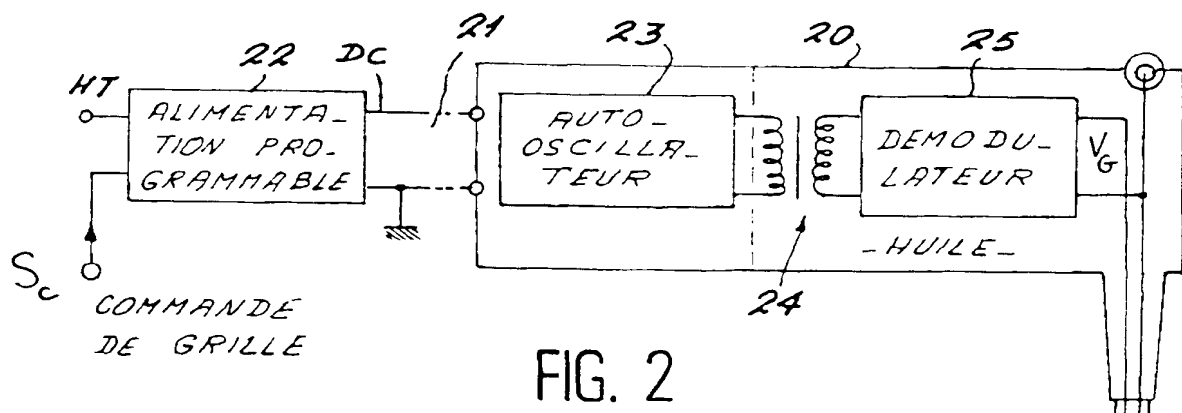
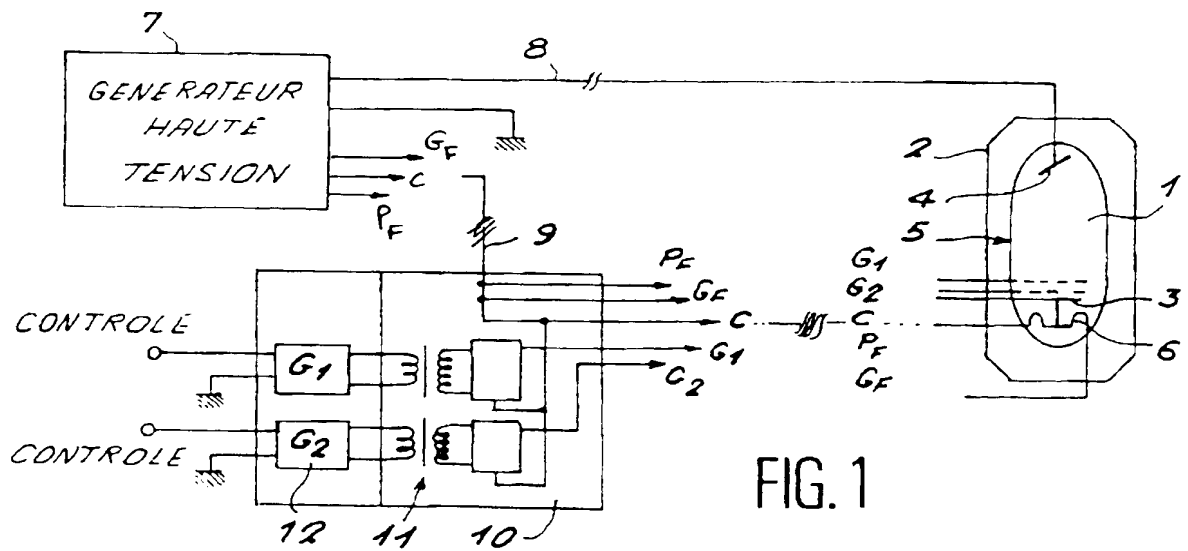
5

8. Dispositif de commande selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit boîtier (30) comporte une enveloppe extérieure métallique (63), dotée d'un couvercle (64) et reliée à la masse électrique et dans laquelle est placé un bloc (60) de polymère, tel que du polypropylène, constitué de deux coquilles (61,62) moulées et comportant au moins une cavité (65) pour loger au moins un transformateur (66) permettant une commande en tout ou rien et au moins une polarisation de la grille du tube et au moins une cavité (67) pour au moins un démodulateur et en ce que ladite enveloppe (63) présente des propriétés élastiques pour compenser la dilatation de l'huile de refroidissement circulant dans les cavités du bloc (60).

20

9. Dispositif de commande selon les revendications 2 et 5, caractérisé en ce que le boîtier (44) de logement du dispositif de commande, à l'intérieur de la gaine de protection (40) du tube à rayons X, est blindé et plombé pour protéger le dispositif contre les rayons X, et est conçue comme une cage de Faraday pour protéger les composants électroniques contre d'éventuelles décharges du tube.

25



2, 3

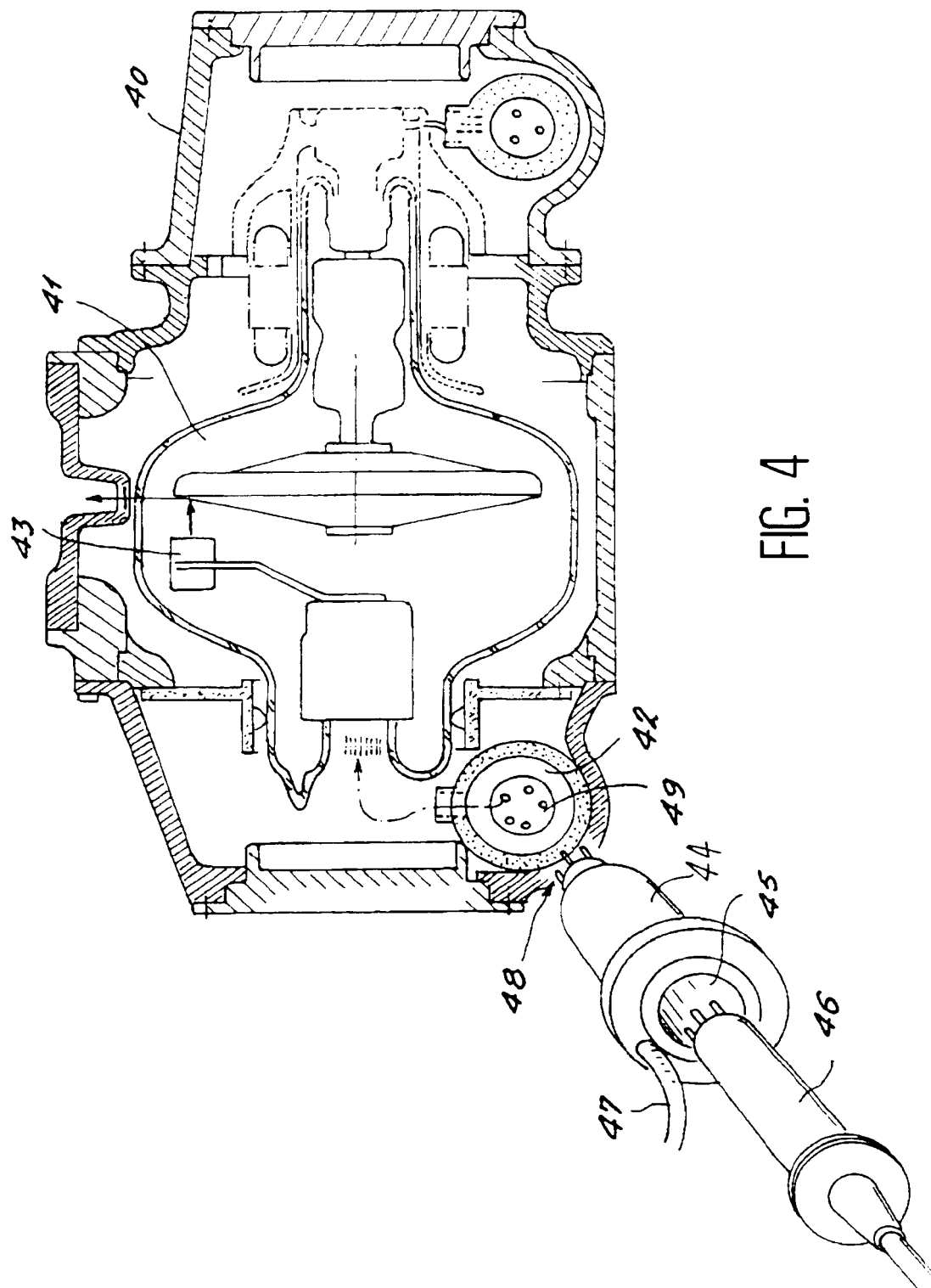


FIG. 4

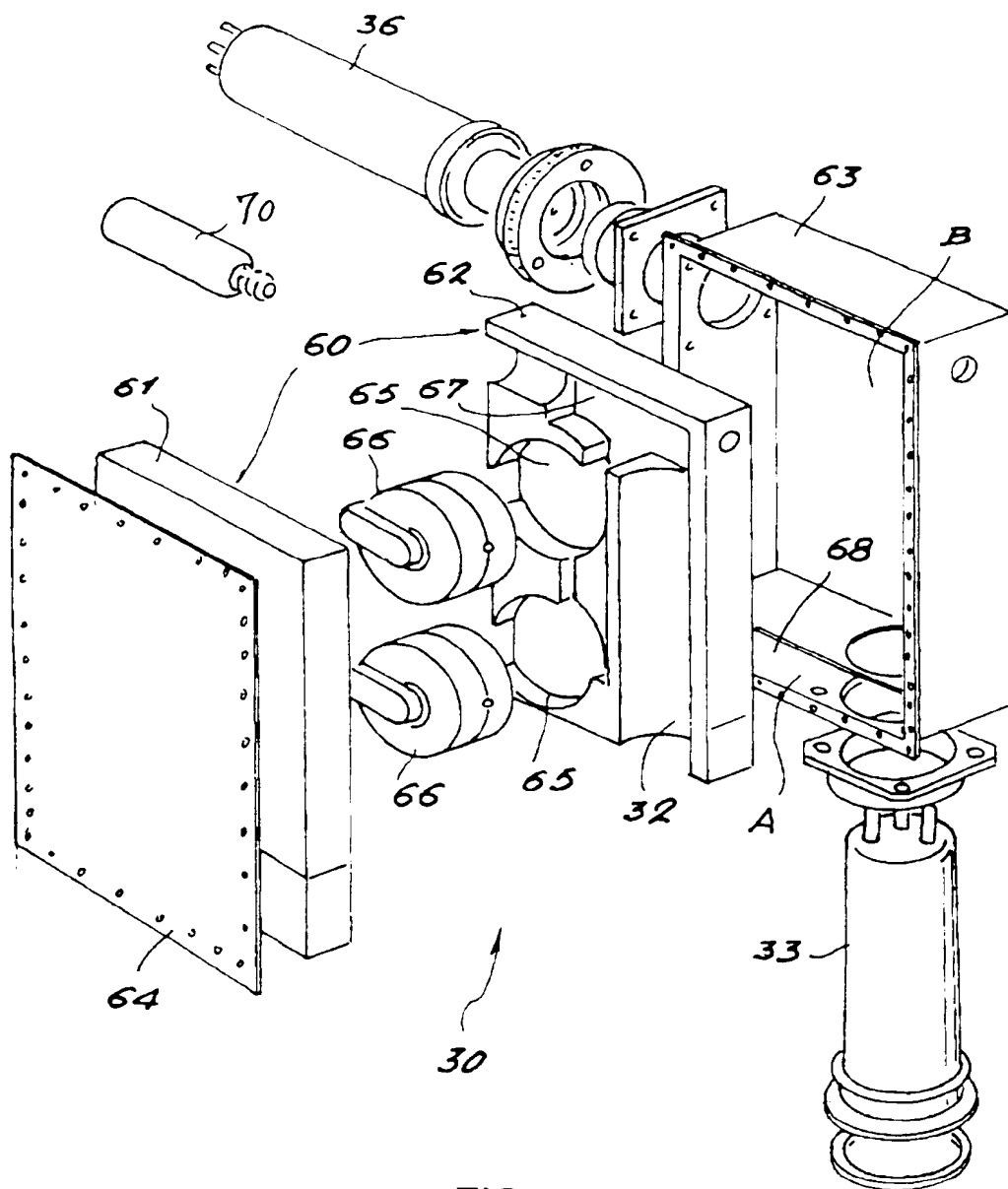


FIG. 5

